CENTRE DE RECHERCHE
SUR LES TRANSPORTS
(C.R.T.)
CENTRE FOR RESEARCH
ON TRANSPORTATION

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL
ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES
ÉCOLE POLYTECHNIQUE

CENTRE DE RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL
C.P. 6128, SUCCURSALE A
MONTRÉAL
CANADA H3C 3J7

TÉLÉPHONE (514) 343-7575
TÉLEX 05-24146 BIBPOLYTEC
EMAIL crt@crt.umontreal.ca
TÉLÉCOPIEUR (FAX) (514) 343-7121

90-06419/

CRT-658

JET-SET/2
UN SIMULATEUR D'ENTREPRISES DE TRANSPORT INTERURBAIN DE PASSAGERS
Règles de fonctionnement

par

Christian Lardinois
Johanne Dion
Johanne Côté

La conception et le développement du logiciel JET-SET ont été possibles grâce au financement des organismes suivants :

- Transports Canada, et en particulier le Centre de développement des transports et le Centre George A. Scott de ce ministère;
- le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada.

Centre de recherche sur les transports - Publication #658

Novembre 1989 - Révision Juin 1990

Dépôt légal - 2e trimestre 1990

L'ÉQUIPE DE TRAVAIL

Au Centre de Recherche sur les Transports, les personnes suivantes ont participé au projet JET-SET :

- Christian Lardinois . . . . . directeur du projet
- Johanne Dion, Johanne Côté, Michel Cormier, Serge Roy . . . . . analystes-programmeurs
- Daniel Garant, Mario Hallé, Pierre Portelance, Sylvain Raymond . . . programmeurs

Ont aussi collaboré au projet :

- Jacques d'Avignon du Centre George A. Scott, Transports Canada
- Catherine Hirou du Centre de Développement des Transports, Transports Canada.

RÉSUMÉ

JET-SET/2 est la seconde version d'un logiciel de simulation d'entreprises de transport interurbain de passagers en concurrence les unes avec les autres, dans un environnement réglementé ou déréglementé. Conçu sous la forme d'un "jeu de simulation" sur micro-ordinateur, il est destiné à la formation de planificateurs-gestionnaires ainsi qu'à l'analyse et à l'expérimentation de situations comparables à celles rencontrées en pratique dans ce domaine.

Ce document décrit les règles de fonctionnement des simulations réalisables avec JET-SET/2. Il s'adresse à ceux qui veulent participer à une séance de simulation, soit à titre de participant responsable de l'une des compagnies de transport impliquées dans la simulation, soit à titre de maître de simulation responsable du déroulement de la séance de simulation.

Mots-clés : transport interurbain de passagers; planification; gestion; jeu de simulation; formation; expérimentation.

- - - - - - -

ABSTRACT

JET-SET/2 is the second version o a micro-computerized simulation game which deals with different intercity passenger transportation companies in a competitive environment. whether it be regulated or not. t is designed for the training of planners and managers as well as for the analysis and experimentation of situations similar to those encountered in practice in this sector of the transportation industry.

This document presents the operation and rules of the simulations which can be executed with JET-SET/2. It is addressed to anyone embarking on a simulation, either as a participant in charge of one of the companies involved, or as the game master responsible for the running of the simulation.

Key words : intercity passenger transportation; planning; management; simulation game; training; experimentation.

TABLE DES MATIÈRES

Page

1. INTRODUCTION 1

2. DESCRIPTION DU SIMULATEUR. 2
   - 2.1 - Principe général 2
   - 2.2 - Situations de jeu. 4
   - 2.3 - Déroulement d'une séance de simulation 7
   - 2.4 - Réglementation vs déréglementation 11
   - 2.5 - La demande et l'offre de transport 11
     - 2.5.1 - Simulation des déplacements. 11
     - 2.5.2 - Variations à l'intérieur d'une même journée. 13
     - 2.5.3 - Voyages d'affaire et autres voyages. 14
   - 2.6 - Actualisation des données financières et absence d'inflation. 15
   - 2.7 - Choix des coûts d'opération unitaires. 16

3. RAPPORTS ANNUELS TRANSMIS AUX PARTICIPANTS 16
   - 3.1 - Données générales. 18
     - 3.1.1 - Identification des villes. 18
     - 3.1.2 - Identification des compagnies. 18
     - 3.1.3 - Démographie. 18
     - 3.1.4 - Services directs offerts par les compagnies et données correspondantes pour l'automobile 19
     - 3.1.5 - Indicateurs économiques. 21
   - 3.2 - Données technico-économiques de la compagnie 21
   - 3.3 - Données d'exploitation 22
     - 3.3.1 - Utilisation des services 22
     - 3.3.2 - Flotte de véhicules. 22
     - 3.3.3 - Age des véhicules en propriété 24
     - 3.3.4 - Statistiques d'exploitation. 24
   - 3.4 - Données financières. 24
     - 3.4.1 - Commentaires préliminaires 25
     - 3.4.2 - Revenus. 27
     - 3.4.3 - Dépenses déductibles 27
     - 3.4.4 - Résultats financiers 28
     - 3.4.5 - Situation financière 29
     - 3.4.6 - Bilan financier. 30
     - 3.4.7 - Statistiques financières 30
   - 3.5 - Études spéciales 30
     - 3.5.1 - Enquête sur les déplacements 31
     - 3.5.2 - Structure générale du marché 31
     - 3.5.3 - Structure détaillée du marché. 31
     - 3.5.4 - Revue détaillée des activités de la compagnie. . . . 31

Page

3.6 - Indicateurs économiques pour l'année qui vient 31
3.7 - Décisions à prendre pour l'année qui vient 32
3.7.1 - Choix des services 32
3.7.2 - Décisions sur la flotte de véhicules 34
3.7.3 - Décisions sur le niveau des services additionnels offerts aux voyageurs 34
3.7.4 - Décisions sur les projets spéciaux 35
3.7.5 - Décisions sur les activités bancaires. 36

4. RAPPORT ANNUEL TRANSMIS AU MAÎTRE DE SIMULATION. 36

4.1 - Données générales. 38
4.2 - Données financières. 39
4.3 - Structure détaillée du marché et des opérations (Situations 1 et 2). Revue détaillée des activités de la compagnie des participants (Situation 3) 39
4.4 - Indicateurs économiques pour l'année qui vient 39
4.5 - Décisions à prendre pour l'année qui vient 39
4.5.1 - Décisions sur la démographie 39
4.5.2 - Décisions sur les subventions. 39
4.5.3 - Décisions sur les prix de l'énergie. 40
4.6 - Décisions à prendre pour l'année subséquente à l'année qui vient. 40
4.6.1 - Décisions sur la réglementation des transports . . . 41
4.6.2 - Décisions sur les indicateurs économiques. 41
4.7 - Synthèse 41

ANNEXE 1 : Temps et coûts supplémentaires encourus par les passagers du train, de l'autobus et de l'avion en plus des temps et tarifs de voyage proprement dits. 43

ANNEXE 2 : Coûts de l'automobile. 45

ANNEXE 3 : Calcul du nombre de véhicules nécessaires. 46

Liste des figures

Figure 1 : Déroulement d'une séance de simulation. Situations 1 et 2. 9

Figure 2 : Déroulement d'une séance de simulation. Situation 3. 9

Figure 3 : Répartition de l'offre de service au cours de la journée. 14

1. INTRODUCTION

JET-SET/2 est la seconde version d'un simulateur d'entreprises de transport interurbain de passagers en concurrence les unes avec les autres, dans un environnement réglementé ou déréglementé. Il est destiné à la formation de planificateurs-gestionnaires ainsi qu'à l'analyse et à l'expérimentation de situations comparables à celles rencontrées en pratique dans ce domaine.

Ce document décrit les règles de fonctionnement des simulations réalisables avec JET-SET/2. Il s'adresse à ceux qui veulent participer à une séance de simulation, soit à titre de participant responsable de l'une des compagnies de transport impliquées dans la simulation, soit à titre de maître de simulation responsable du déroulement de la séance de simulation.

Le simulateur JET-SET/2 est utilisable sur les micro-ordinateurs de la famille IBM PC, incluant les XT, AT et PS/2, ainsi que sur les compatibles, avec les systèmes d'exploitation PC-DOS 3.0 ou MS-DOS 3.0 et leurs versions subséquentes. Un document complémentaire, à savoir le manuel d'utilisation proprement dit, explique les procédures d'utilisation des différents programmes du logiciel : séquence des opérations, manipulation des disquettes, recours éventuel au disque dur et dialogue avec l'usager.

La lecture du présent document par les participants d'une séance de simulation n'est pas indispensable. Le maître de simulation peut s'y substituer en expliquant oralement la mécanique des simulations et en répondant, le moment venu, aux questions des participants. La tâche du maître de simulation sera toutefois simplifiée et allégée s'il leur transmet une copie du présent document (en précisant éventuellement les différentes parties du texte qui leur seront les plus utiles; à toute fin pratique, seule la section 3 peut être considérée comme nécessaire à ceux qui veulent participer pour la première fois à une simulation).

2. DESCRIPTION DU SIMULATEUR

2.1 PRINCIPE GÉNÉRAL

Le logiciel JET-SET/2 est conçu sous la forme d'un "jeu de simulation" qui met en présence différentes compagnies de transport interurbain de passagers en concurrence les unes avec les autres. Tous les modes de transport collectif peuvent être présents : ferroviaire, routier (autobus) et aérien. Le mode privé que constitue l'automobile est également pris en compte.

Au début d'une séance de simulation, chaque participant (ou équipe de participants) "reçoit" une compagnie qui dessert un certain nombre de villes et dont il devient le gestionnaire. À ce titre, chaque participant est appelé à prendre diverses décisions concernant sa compagnie : choix des services et des tarifs offerts, achat ou location de véhicules, services à bord des véhicules et dans les terminus, marketing, emprunts bancaires, etc... Il doit prendre de telles décisions au début de différentes périodes successives, chacune représentant une année, cela sur la base des informations contenues dans un rapport d'activités qu'il reçoit à la fin de chaque période (année) précédente.

Les informations fournies à un participant à la fin de chaque année décrivent les activités de sa compagnie au cours des 12 derniers mois ainsi que les marchés et l'environnement économique et commercial où elle a opéré, notamment en ce qui a trait à la concurrence exercée par les autres compagnies. Ces informations constituent le moyen par lequel chaque participant peut analyser ses performances et prendre de nouvelles décisions pour l'année suivante. Il peut ainsi essayer progressivement d'améliorer l'état de sa compagnie (diminuer ses coûts d'exploitation, augmenter ses parts de marché, etc...) puisqu'il expérimente l'effet de ses décisions successives.

Le maître de simulation est responsable du déroulement de la séance de simulation et orchestre l'évolution du contexte économique dans lequel les

compagnies opèrent. En particulier, il a la possibilité d'influencer l'évolution de certains indicateurs, tels les taux de croissance démographique des villes du réseau considéré, le taux d'intérêt bancaire, l'ampleur des subventions gouvernementales aux compagnies, etc. Il a également la possibilité de faire des choix quant au contexte réglementaire en imposant éventuellement des contraintes sur l'entrée et la sortie des marchés et sur les variations autorisées des tarifs et des fréquences. À la fin de chaque année, le maître de simulation également reçoit un rapport qui lui permet de suivre l'évolution de l'ensemble des compagnies.

Le programme informatique qui constitue le coeur de JET-SET/2 est le moyen par lequel on crée artificiellement l'environnement dans lequel les différentes compagnies sont simultanément mises en présence les unes avec les autres. Ce programme reproduit le réseau de transport multimodal et multicompagnie ainsi constitué, il simule le comportement des passagers sur ce réseau, ainsi que les opérations des compagnies et l'évolution de leurs parts de marché, et il détermine leurs revenus et coûts d'opération. Chaque exécution du programme reproduit une année d'activités de l'ensemble des compagnies en simulant l'effet des décisions des participants et des choix faits par le maître de simulation.

Une séance de simulation couvre donc une succession d'années simulées en fonction des décisions prises chaque année, de sorte que l'évolution de chaque compagnie dépend directement du participant qui la représente, mais aussi, indirectement, de la présence des autres compagnies et du contexte économique et réglementaire. JET-SET/2 modélise des situations fictives mais réalistes de façon à sensibiliser les participants aux interactions entre différents modes et différentes compagnies de transport, ainsi qu'aux interactions et aux effets majeurs de certaines décisions en termes de planification et de gestion. Son objectif est de développer chez les participants une meilleure connaissance des mécanismes de marché propres à

l'industrie du transport interurbain de passagers, ainsi que de meilleures aptitudes à l'analyse et à la prise de décisions dans ce domaine.

La philosophie générale que devraient adopter les participants est celle qui doit animer de véritables planificateurs-gestionnaires de compagnies de transport interurbain : se définir progressivement une politique d'offre et une stratégie d'opération qui tiennent compte de l'évolution du marché, de la position qu'y occupe leur compagnie et de la santé financière de celle-ci.

Une séance de simulation complète peut couvrir un maximum de 20 périodes successives d'un an, mais en général une séance type va couvrir de 4 à 7 périodes. Quant à sa durée proprement dite (en temps réel), tout dépend du contexte dans lequel le simulateur est utilisé et du temps que le maître de simulation accorde aux participants pour préparer leurs décisions; cela dépend aussi du travail qu'il leur demande éventuellement pour justifier ces décisions. Il est possible par exemple de concentrer une séance de 4 à 6 années sur deux jours en comptant une durée de 2h30 à 3h30 pour chaque année (grosso modo : 1h30 à 2h pour la préparation et l'entrée des décisions, de 1 à 3 minutes pour l'exécution de la simulation, et 1h environ pour l'impression des rapports). D'autres utilisateurs préféreront étaler la séance de simulation sur plusieurs semaines, en se limitant à une année par semaine.

Il importe de souligner que le simulateur JET-SET/2 ne peut servir qu'à des fins de formation et d'analyse expérimentale, mais en aucune façon comme outil de planification ou de gestion dans une situation réelle. Le rôle de JET-SET/2 se limite à la simulation et à l'analyse de situations imaginaires mais possibles, c'est-à-dire de situations dont les mécanismes inhérents sont parfaitement comparables à ceux de situations réelles, sans plus.

Précisons enfin que JET-SET/2 a été programmé en langage PASCAL et que cette implantation informatique a été conçue de façon "user-friendly" pour offrir un maximum de souplesse et de facilité d'utilisation.

2.2 SITUATIONS DE JEU

JET-SET/2 met en présence sept villes, soit 21 marchés (paires de villes), et un maximum de 6 compagnies de transport interurbain de passagers qui, dès le départ d'une séance de simulation, assurent des services de transport entre certaines de ces villes.

Le maître de simulation a le choix entre les 3 situations suivantes.

Situation 1

Normalement, cette situation fait intervenir 6 participants, chacun d'eux étant responsable de l'une des 6 compagnies suivantes :

- une compagnie de trains conventionnels;
- une compagnie de trains rapides;
- deux compagnies d'autobus;
- une compagnie d'avions conventionnels;
- une compagnie d'avions ADAC[1].

Si le nombre de participants disponibles est inférieur à 6, les compagnies correspondant aux participants absents peuvent rester présentes, mais on peut également les éliminer complètement de la simulation, ou ne garder que certaines d'entre-elles. Celles qui sont conservées sans participants pour les gérer restent "fixes" durant toute la simulation : elles offrent constamment les mêmes services, aux mêmes tarifs.

Les compagnies gérées par les participants et celles qui éventuellement restent "fixes" sont en concurrence les unes avec les autres, ainsi qu'avec le mode privé que constitue l'automobile.

Situation 2

Normalement, cette situation fait intervenir 4 participants, chacun d'eux étant responsable d'une compagnie d'autobus. Une compagnie de trains conventionnels et une compagnie d'avions conventionnels sont également présentes normalement, mais ces deux compagnies ne sont jamais gérées par

---

[1] Ces avions à décollage et atterrissage courts sont plus petits et moins rapides que les avions conventionnels. Ils utilisent en général des aéroports plus proches des agglomérations urbaines, c'est-à-dire des aéroports accessibles plus rapidement et à moindre coût.

des participants : si elles sont présentes, elles restent "fixes" durant toute la simulation (services et tarifs constants). On peut également éliminer complètement ces deux compagnies de la simulation, ou n'en garder qu'une.

Si le nombre de participants est inférieur à 4, les compagnies d'autobus correspondant aux participants absents peuvent rester présentes, mais on peut également les éliminer complètement de la simulation, ou ne garder que certaines d'entre-elles. Celles qui sont conservées sans participants pour les gérer restent "fixes" durant toute la simulation (services et tarifs constants).

Les compagnies d'autobus gérées par les participants et les compagnies d'autobus qui éventuellement restent "fixes" sont donc d'abord en concurrence les unes avec les autres – i.e. à l'intérieur du secteur du transport par autobus –, et à un second niveau éventuellement avec un ou deux des autres modes de transport (train/avion) représentés par la ou les deux autres compagnies restant "fixes". Le mode automobile est également toujours présent.

Situation 3

Cette situation, assez différente des deux autres en termes de fonctionnement, fait intervenir un maximum de 4 participants, mais ceux-ci ne sont plus directement en concurrence sur les marchés considérés. Chacun d'eux est en charge de la même compagnie – à savoir une compagnie d'autobus –, et ces 4 compagnies identiques au départ sont gérées en parallèle dans des contextes identiques où sont normalement présentes 5 autres compagnies "fixes" (services et tarifs constants) : une compagnie de trains conventionnels, une compagnie de trains rapides, une autre compagnie d'autobus, une compagnie d'avions conventionnels et une compagnie d'avions ADAC. Une

ou plusieurs de ces 5 autres compagnies peuvent par ailleurs être complètement éliminées de la simulation. Le mode automobile est également toujours présent.

En d'autres mots, tout se passe comme si chacun des participants (en nombre égal ou inférieur à 4) était en charge de l'une des compagnies d'autobus de la situation 1, les autres compagnies sélectionnées restant "fixes" durant la simulation. L'objectif est de comparer les performances des participants dans des contextes identiques qui sont simulés en parallèle.

En résumé

Le maître de simulation a le choix, au départ d'une séance de simulation, entre 3 situations. Dans la situation 1, six compagnies représentant les 3 modes de transport (train, autobus, avion) sont normalement présentes pour 6 participants. Dans la situation 2, quatre compagnies d'autobus pour 4 participants et 2 autres compagnies représentant les autres modes (train, avion) sont normalement présentes. Dans la situation 3, une compagnie d'autobus pour au maximum 4 participants oeuvrant en parallèle est toujours présente, et une autre compagnie d'autobus ainsi que 4 autres compagnies représentant les autres modes (train, avion) sont normalement présentes.

Quelle que soit la situation considérée, chacune des compagnies normalement présentes peut être éliminée, et celles qui sont effectivement conservées sont soit gérées par des participants, soit "fixes" durant toute la simulation. Le mode automobile est par ailleurs toujours présent.

2.3 DÉROULEMENT D'UNE SÉANCE DE SIMULATION

Le déroulement d'une séance de simulation est très simple et a en fait déjà été expliqué dans la section 2.1. Il couvre une succession d'années,

chacune traitée en trois étapes[1] : entrée des décisions des participants et du maître de simulation, exécution du programme de simulation, et sortie (impression) des rapports d'activités.

Les figures 1 et 2 schématisent le déroulement d'une séance de simulation, respectivement pour les situations 1 et 2 d'une part et pour la situation 3 d'autre part. Nous résumons brièvement ci-dessous la suite des opérations.

Au début d'une séance de simulation et à la fin de chaque année, c'est-à-dire après chaque exécution du programme de simulation, un rapport est fourni à chaque participant pour l'informer des activités et de la performance de sa compagnie au cours de l'année qui vient de se terminer; des informations lui sont également transmises sur les services qui ont été offerts par les autres compagnies, sur le contexte économique, etc. Ce rapport d'activités inclut aussi une liste de décisions à prendre pour l'année qui vient.

À la fin de chaque année, le maître de simulation également reçoit un rapport. Ce document l'informe sur l'état des marchés et des différentes compagnies, et il inclut une liste de décisions à prendre pour faire évoluer le contexte économique, et éventuellement le contexte réglementaire (voir section 2.4).

L'année au début de laquelle les participants et le maître doivent prendre leurs toutes premières décisions est définie comme l'année 1. Les premiers rapports que le maître de simulation doit faire sortir et remettre aux participants au départ de toute séance de simulation sont donc les rapports de l'année 0.

Les décisions des participants et du maître de simulation sont introduites à l'écran du micro-ordinateur par le biais d'un dialogue questions-réponses entre le logiciel et l'opérateur. En principe, le maître de simulation joue

---

[1] Sauf dans le cas de l'année zéro pour laquelle seules les 2 dernières étapes sont requises.

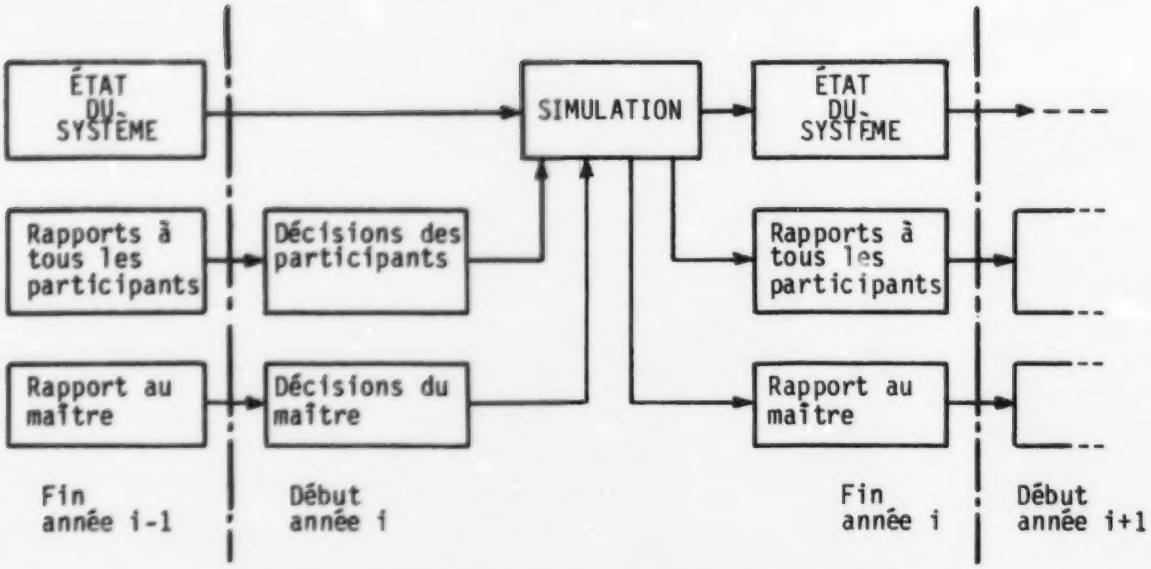

Figure 1 : Déroulement d'une séance de simulation.
Situations 1 et 2.

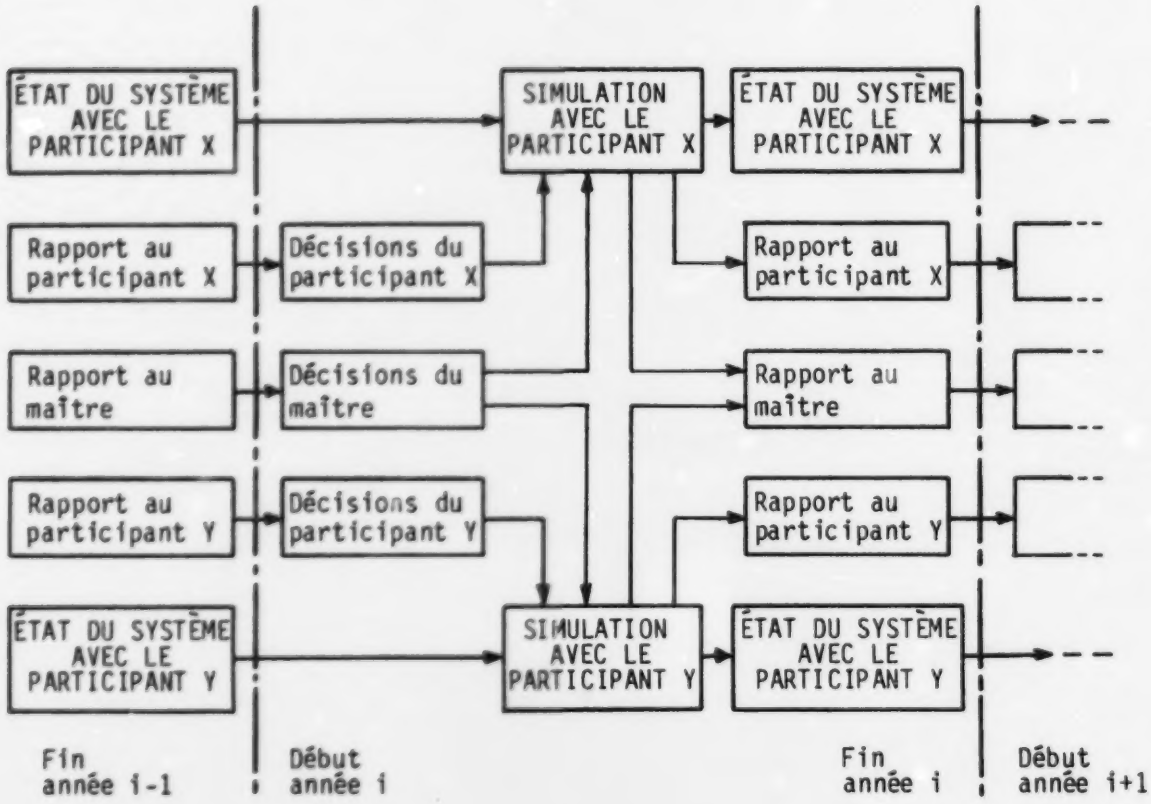

Figure 2 : Déroulement d'une séance de simulation.
Situation 3.

le rôle d'opérateur : après avoir recueilli les décisions des participants transcrites par ceux-ci à la fin de leurs rapports respectifs, c'est lui qui introduit ces décisions et les siennes dans le micro- ordinateur. Toutefois, en se référant aux procédures simples décrites dans le manuel d'utilisation, chaque participant peut aisément introduire lui-même ses décisions. La seule restriction, c'est que les décisions du maître de simulation doivent toujours être introduites avant celles des participants.

L'exécution du programme de simulation – qui elle est sous la responsabilité exclusive du maître – a pour fonction de simuler les effets combinés de toutes les décisions sur l'état et l'évolution du système de transport. Après exécution du programme, chaque compagnie se retrouve dans une nouvelle position qui correspond à l'état de ce système un an plus tard. De nouveaux rapports sont alors produits pour chaque participant et pour le maître de simulation, et ainsi de suite.

Précisons que dans le cas de la situation 3 où les participants opèrent dans des contextes "parallèles" (figure 2), le maître de simulation doit faire exécuter le programme de simulation autant de fois qu'il y a de participants puisqu'à chacun d'eux correspond un autre "état du système". Dans cette situation 3, l'état du système de transport correspondant à chaque participant évolue indépendamment de ce qui concerne les autres participants. (Les décisions du maître sont toutefois communes aux différents contextes où évoluent les participants : elles sont prises une seule fois au début de chaque année, et elles s'appliquent toutes de la même façon aux différentes simulations parallèles.)

Précisons enfin que c'est également le maître de simulation qui en général assure la production de tous les rapports à l'imprimante. Toutefois, comme au niveau de l'entrée de décisions, il peut confier aux différents participants la production de leurs rapports d'activité respectifs.

2.4 RÉGLEMENTATION VS DÉRÉGLEMENTATION

Au départ d'une séance de simulation, le maître de simulation doit décider s'il veut imposer un cadre réglementaire aux différentes compagnies considérées, ou au contraire opter pour une totale déréglementation. Selon le choix réalisé, toute la séance de simulation sera alors soit réglementée conformément aux décisions du maître à cet égard, soit totalement déréglementée.

Dans le cas d'une séance de simulation réglementée, un participant peut modifier les tarifs et les fréquences des services qu'il offre à condition de respecter les contraintes sur les variations permises de ces tarifs et fréquences; le maître de simulation peut modifier ces contraintes au cours de la séance de simulation. Par ailleurs, dans ce contexte réglementé, aucun participant ne peut entrer ou sortir librement des marchés : il ne peut jamais desservir une paire de villes que sa compagnie ne dessert pas au départ, ni au contraire annuler complètement les services entre deux villes que sa compagnie dessert au départ (la fréquence de service doit rester au minimum de un voyage par jour).

Dans le cas d'une séance de simulation déréglementée, il n'y a aucune contrainte sur les tarifs et fréquences de service, et les participants peuvent entrer et sortir librement des marchés, c'est-à-dire desservir de nouvelles paires de villes ou annuler complètement des services.

2.5 LA DEMANDE ET L'OFFRE DE TRANSPORT

2.5.1 Simulation des déplacements

La demande de transport entre chaque paire de villes est fonction de leurs caractéristiques socio-économiques, et notamment de leurs populations respectives. Elle dépend bien entendu aussi de la distance qui les sépare et des services de transport offerts (modes, temps, tarifs et fréquences).

En termes de voyages aller-retour, cette demande n'est évidemment pas symétrique : le nombre de personnes habitant dans une ville A et qui se rendent dans une ville B pour revenir ensuite en A n'est pas nécessairement le même que le nombre de personnes qui habitent en B et qui font des voyages B-A-B. Pour une compagnie de transport, la connaissance des vraies origines et destinations des voyages n'est toutefois pas indispensable; ce qui compte surtout, ce sont les déplacements de personnes de chaque ville à chaque autre ville, sans qu'il soit requis de faire de distinction entre les allers et les retours. Ces déplacements sont quant à eux symétriques puisqu'à tout déplacement aller de A vers B correspond un déplacement retour de B vers A, et réciproquement. En d'autres mots, la demande de transport de A vers B (allers vers B plus retours vers B) est égale à la demande de transport de B vers A (allers vers A plus retours vers A).

Cette symétrie des déplacements n'est toutefois rigoureusement vraie que si on considère une période de temps assez longue (plusieurs journées) et si on suppose que la demande est constante dans le temps. En réalité, la demande subit des variations journalières, de même qu'hebdomadaires et saisonnières, et l'offre de service devrait varier pour tenir compte de ces fluctuations.

Pour simplifier la réalité, on considère dans JET-SET/2 que l'année est constituée de 365 journées identiques à la fois du point de vue de la demande et de l'offre de transport, mais pour tenir compte des variations qui en réalité affectent la demande journalière, on considère que la capacité journalière offerte sur chaque liaison inter-villes est saturée à 90%, i.e. quand la demande moyenne sur cette liaison atteint 90% de la capacité[1].

---

[1] Cela signifie que pour une demande journalière moyenne égale à 100 sur une liaison donnée, il faut que la capacité de cette liaison satisfasse la relation suivante : capacité x 0.9 > 100. En d'autres mots, il faut des services de capacité > 100/0.9 pour être capable d'absorber certaines hausses d'une journée à l'autre.

En résumé, dans JET-SET/2 :

a) les 365 journées d'une année sont identiques;

b) la demande journalière est symétrique entre chaque paire de villes : le nombre de déplacements quotidiens de A vers B est en moyenne égal au nombre de déplacements quotidiens de B vers A;

c) l'offre de transport est également symétrique : les temps de voyage, les fréquences journalières et les tarifs de A vers B sont identiques à ceux de B vers A;

d) la capacité de service offerte entre deux villes par une compagnie est considérée saturée quand l'achalandage moyen atteint 90% de cette capacité.

Par ailleurs, en simulant les déplacements des voyageurs sur le réseau de transport constitué par l'ensemble des compagnies présentes et le mode automobile, on tient compte bien sûr des déplacements directs entre chaque paire de villes, mais aussi des déplacements éventuels à une ou deux villes intermédiaires, avec ou sans changement de compagnie ou de mode de transport dans ces villes de transit. Par exemple, un voyage de la ville A à la ville B peut correspondre en fait à un déplacement de A à C en autobus, puis de C à D en avion, puis de D à B en train. Par contre, on suppose qu'il n'y a pas de déplacements à plus de deux villes intermédiaires. En outre, si l'automobile est utilisée, on suppose que c'est d'un bout à l'autre du déplacement.

Enfin, l'offre de transport étant symétrique, on suppose qu'à tout chemin emprunté par un voyageur pour aller de A à C (par exemple de A à B par la compagnie X, puis de B à C par la compagnie Y) correspond le chemin exactement inverse pour le voyage de retour de C vers A.

2.5.2 Variations à l'intérieur d'une même journée

À l'intérieur d'une même journée, la demande de transport connaît aussi, en réalité, des variations importantes auxquelles devrait normalement s'adapter l'offre de service, notamment durant les périodes de pointe du matin et

du soir. Pour simplifier les simulations sans sacrifier le réalisme, JET-SET/2 ne simule pas explicitement ces variations, mais les participants doivent supposer que, sur l'ensemble du réseau de chaque compagnie, 1/3 des heures de service quotidiennes sont offertes le matin durant 3h30 (par exemple de 7h à 10h30), un autre 1/3 en fin d'après-midi durant 3h30 également (par exemple de 16h à 19h30), le dernier 1/3 étant réparti sur le reste de la journée.

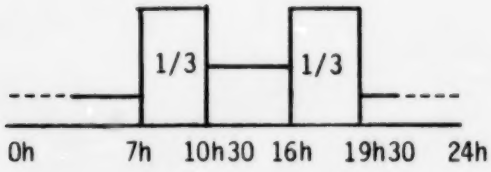

Figure 3 - Répartition de l'offre de service au cours de la journée.

La figure 3 schématise ces périodes de pointe journalières de l'offre de service qui correspondent aux pointes de la demande le matin et le soir. Soulignons que ces variations de l'offre sont importantes pour permettre aux participants d'évaluer le nombre de véhicules nécessaires pour assurer les services offerts; si, en effet, on supposait une répartition uniforme du même nombre total d'heures de service, le nombre de véhicules requis serait moindre que celui en fait nécessaire pour assurer l'offre en période de pointe.

2.5.3 Voyages d'affaires et autres voyages

JET-SET/2 prend en considération deux catégories de voyages, soit les voyages d'affaire d'une part, et tous les autres d'autre part (visites aux parents et amis, voyages touristiques ou de loisir, ...). Ces deux catégories de voyageurs se différencient par des sensibilités différentes aux caractéristiques des services de transport offerts par les différentes compagnies : les voyageurs d'affaires sont plus sensibles à la rapidité et

à la fréquence des services, et pour ce qui est des tarifs, ce sont au contraire les "autres voyageurs" qui y sont les plus sensibles.

Ces deux catégories de voyages se retrouvent dans des proportions différentes d'une paire de villes à l'autre, reflétant ainsi les différences socio-économiques entre les différentes paires de villes : l'existence entre deux villes A et B d'une proportion de voyages d'affaires plus grande qu'entre deux autres villes suppose que le type ou le niveau des activités économiques en A et B génère, relativement, plus de déplacements d'affaires.

L'influence de la présence de deux catégories de voyageurs sur les achalandages et les parts de marché des différentes compagnies n'est pas énorme, mais elle n'est pas non plus négligeable. Les participants devraient donc en tenir compte puisque les proportions de ces deux catégories peuvent être parfois fort différentes d'une paire de villes à une autre et que ces deux catégories n'ont pas les mêmes préférences et réagissent différemment aux services offerts.

2.6 ACTUALISATION DES DONNÉES FINANCIÈRES ET ABSENCE D'INFLATION

Les données financières du logiciel sont en dollars de 1990. Toutefois, quand le logiciel est utilisé une autre année, i.e. après 1990, le maître de simulation a la possibilité d'indexer ces données au début de chaque séance de simulation en précisant le taux d'indexation de l'année en question par rapport à 1990.

Une fois ce taux choisi, toute la séance de simulation se déroulera sans aucune inflation, c'est-à-dire en dollars constants. Il s'agira de dollars 1990 si le taux d'indexation a été choisi égal à 0%; sinon il s'agira de dollars de l'année considérée.

2.7 CHOIX DES COÛTS D'OPÉRATION UNITAIRES

JET-SET/2 fait la distinction entre deux catégories de coûts d'opération[1] : d'une part les coûts "energie", et d'autre part tous les "autres coûts" (équipage, entretien, administration, etc.), cela pour chaque compagnie. Pour le mode automobile également (voir annexe 2), on distingue le coût du carburant des autres coûts (assurance, entretien, ...).

Tous les coûts unitaires correspondants (exprimés en dollars de 1990 ou d'une autre année selon le taux d'indexation choisi) peuvent être consultés et modifiés à l'écran par le maître de simulation au début de chaque séance de simulation. Après consultation/modification, ceux de la catégorie "autres coûts" resteront constants durant toute la séance; ceux de la catégorie "énergie" pourront changer chaque année en fonction des choix qu'effectuera le maître sur l'évolution des prix de l'énergie.

3. RAPPORTS ANNUELS TRANSMIS AUX PARTICIPANTS

On présente ci-dessous différents commentaires utiles à la compréhension des rapports d'activités qui sont fournis à chaque participant à la fin de chaque année. Sauf indication contraire, toutes les informations contenues dans un tel rapport concernent cette dernière année.

Chaque rapport d'activités commence par trois graphiques. Le premier, intitulé "Infrastructure routière et ferroviaire", schématise le tracé des routes et des voies de chemin de fer entre les 7 villes considérées dans JET-SET/2. Ces liaisons routières et ferroviaires sont supposées exister simultanément : s'il y a une route, il y a une voie ferrée, et réciproquement. Ces liaisons sont celles que peuvent emprunter les trains et

---

[1] Il s'agit ici des coûts "réguliers", c'est-à-dire excluant les coûts des services additionnels éventuellement offerts aux voyageurs (voir section 3.7.3).

les autobus dans le cadre d'une situation de jeu déréglementée. Ce sont aussi bien sûr les seules liaisons empruntées par les automobiles.

Dans le cadre d'une situation réglementée, chaque compagnie de train et d'autobus doit et ne peut desservir qu'une partie, un sous-ensemble, de ces liaisons terrestres, et chaque compagnie aérienne doit et ne peut assurer que certaines des liaisons aériennes possibles. Ce sous-ensemble de liaisons "forcées" est défini pour chaque compagnie par les liaisons qu'elle dessert au début de la séance de simulation (fin de l'année 0); ce sous-ensemble est différent d'une compagnie à l'autre, mais il est constant pour chaque compagnie et celle-ci ne peut jamais en sortir. Il correspond en fait au réseau schématisé par le troisième graphique.

Le deuxième graphique, intitulé "Réseau complet des services", représente le réseau de tous les services de transport offerts par toutes les compagnies durant l'année. Dans le cas d'une situation déréglementée, ce graphique peut changer chaque année. Dans une situation réglementée au contraire, il ne change jamais. Ce graphique est le même dans les rapports de tous les participants, sauf dans le cas particulier de la situation no 3 déréglementée où il peut évoluer différemment dans chaque simulation parallèle (voir figure 2).

Le troisième graphique du rapport de chaque participant, intitulé "Réseau de la compagnie", schématise le réseau des services offerts par la compagnie xxx de ce participant durant l'année. Dans une situation déréglementée, il peut changer chaque année. Dans une situation réglementée, il ne change jamais.

Dans le reste de ce chapitre, les commentaires suivent l'ordre des tableaux et autres informations contenues dans les rapports.

Remarques : 1) Le format des rapports transmis aux participants et au maître de simulation suppose la présence de 6 compagnies dans chaque simulation. S'il y a moins de 6 compagnies en jeu (voir section 2.2), les parties des tableaux correspondant aux compagnies absentes seront totalement vides.

2) Plusieurs résultats de calculs sont présentés "arrondis" ou "convertis en entiers", mais en fait utilisés en valeur exacte dans d'autres calculs. Il peut en résulter de petites "erreurs apparentes". Par exemple, le résultat d'un calcul peut être 3.808 et être présenté comme étant 3.81, mais si ce résultat est multiplié par 1 000, c'est la valeur 3808 qui peut apparaître, et non pas 3810.

3.1 DONNÉES GÉNÉRALES

3.1.1 Identification des villes

La première lettre du nom des villes sert à les identifier dans les différents tableaux.

3.1.2 Identification des compagnies

Les compagnies sont identifiées par leur nom et le type de service qu'elles offrent.

3.1.3 Démographie

Le tableau sous cette rubrique précise le niveau de population de chaque ville, son taux de variation depuis l'année précédente[1], ainsi que la proportion d'anglophones qui y habitent[2].

---

1 C'est-à-dire le taux de variation entre l'année qui vient de se terminer (année du rapport) et l'année précédente.

2 Dans des pays bilingues comme le Canada, les différences linguistiques entre les villes expliquent en partie les différences qu'on peut observer au niveau des déplacements interurbains.

3.1.4 Services directs offerts par les compagnies et données correspondantes pour l'automobile

Les premières informations fournies sur chaque page de ce tableau sont les distances aériennes entre les villes, ainsi que les distances approximatives par les routes et voies ferrées. Celles-ci, quand elles existent, sont supposées de 10% supérieures aux distances aériennes correspondantes; si aucune information n'est fournie sur la longueur des routes et voies ferrées entre deux villes, cela signifie simplement qu'il n'existe aucune route ni voie ferrée directe entre les 2 villes en question.

Le tableau précise ensuite les services offerts par toutes les compagnies sur les différents marchés (paires de villes), cela en termes de tarif, de fréquence et de temps de voyage. Ces services sont identiques dans chaque direction.

Dans un contexte réglementé, chaque compagnie dessert 6 des 21 paires de villes et il en est ainsi durant toute la séance de simulation : les cases vides du tableau, sur les lignes relatives à une compagnie, correspondent aux paires de villes que cette compagnie ne peut jamais desservir même si elle en a la possibilité physique, c'est-à-dire même si, dans le cas d'une compagnie de train par exemple, il y a une voie ferrée. Inversément les cases spécifiant des tarifs, fréquences et temps de voyages correspondent aux paires de villes que la compagnie doit toujours desservir.

Dans un contexte déréglementé, chaque compagnie dessert également 6 paires de villes au départ de la séance de simulation (année 0), mais par la suite elle peut annuler totalement ces services, ou au contraire décider de desservir des paires de villes qu'elle ne desservait pas au départ. Les cases du tableau occupées par des zéros, sur les lignes relatives à une compagnie, correspondent aux paires de villes que cette compagnie ne

dessert pas, mais qu'elle peut desservir si elle le décide; les cases totalement vides correspondent aux paires de villes que la compagnie ne peut jamais desservir parce qu'elle n'en n'a pas la possibilité physique (absence de routes et de voies ferrées).

En résumé, que le contexte soit réglementé ou non, les participants n'ont pas à s'occuper des cases vides du tableau : les compagnies n'ont pas accès aux paires de villes correspondantes (à cause d'une impossibilité physique et/ou à cause de la réglementation). Quant aux cases occupées par des zéros, elles ne sont présentes éventuellement que dans les simulations déréglementées pour indiquer aux compagnies les marchés où elles sont absentes mais qu'elles pourraient desservir.

Les temps de voyage présentés dans le tableau sont des temps d'un terminus à l'autre. Ils n'incluent pas les temps d'accès et de sortie du réseau, c'est-à-dire le temps entre le lieu d'origine et le terminus de départ, et le temps entre le terminus d'arrivée et le lieu de destination.

Ces temps d'accès et de sortie du réseau, ainsi que les coûts monétaires correspondants, sont par contre pris en compte dans la simulation des choix et des comportements des voyageurs. De plus, pour les itinéraires impliquant des passages dans des villes intermédiaires[1], la simulation tient compte des temps d'attente d'un service à l'autre, ainsi que des coûts de transfert s'il y a des changements de terminus. L'annexe 1 précise les hypothèses faites sur ces différents temps et coûts supplémentaires subis par les voyageurs en plus des temps et tarifs de voyage proprement dits.

---

[1] On suppose qu'il y a au plus deux villes intermédiaires dans un itinéraire indirect.

Les dernières données en bas de chaque page du tableau concernent l'automobile, c'est-à-dire les coûts et temps de transport encourus par les automobilistes, cela en supposant une vitesse moyenne de 77 km/heure. Les coûts sont subdivisés en deux parties : d'une part les coûts du carburant, et d'autre part tous les autres coûts qui en principe devraient être pris en compte par les automobilistes (entretien, dépréciation, assurance, immatriculation, etc.). Dans la simulation du choix des modes de transport effectué par les voyageurs, on suppose que c'est 10% de ces autres coûts qui sont pris en compte en plus des coûts du carburant. L'annexe 2 précise les hypothèses faites sur ces différents coûts de l'automobile.

3.1.5 Indicateurs économiques

Ces indicateurs fournissent une idée sommaire du contexte économique qui prévalait durant l'année. Ils sont utilisés dans le calcul des intérêts payés et reçus par les compagnies, ainsi que dans le calcul de leurs impôts.

3.2 DONNÉES TECHNICO-ÉCONOMIQUES DE LA COMPAGNIE

Chaque compagnie n'a à sa disposition qu'un seul type de véhicules. Dans le cas des compagnies ferroviaires, un véhicule est un train complet.

Les données fournies sous cette rubrique décrivent les principales caractéristiques techniques et économiques de la compagnie du participant concerné. Elles sont toutes constantes durant toute la simulation, sauf celle définissant le coût de l'énergie, qui peut varier d'une année à l'autre. Les coûts présentés ici sont des coûts unitaires réguliers : ils n'incluent pas les coûts des services additionnels éventuellement offerts aux voyageurs par la compagnie (voir section 3.7.3).

Le tarif de location des véhicules est celui d'une location "normale", c'est-à-dire choisie volontairement par le participant. Dans certains cas,

le tarif sera triple : c'est ce qui se passe lorsqu'une location "forcée" est automatiquement imposée à un participant qui n'a pas prévu un nombre suffisant de véhicules pour assurer les services offerts.

3.3 DONNÉES D'EXPLOITATION

3.3.1 Utilisation des services

Cette rubrique présente une vue générale des achalandages et des taux d'occupation des véhicules sur les différents services offerts par la compagnie. Rappel : les véhicules sont supposés saturés à 90% de leur capacité (voir section 2.5.1).

3.3.2 Flotte de véhicules

Le nombre total de véhicules à la disposition d'une compagnie durant une année inclut d'une part les véhicules dont elle était propriétaire, et d'autre part ceux qu'elle a loués.

Le nombre de véhicules en propriété durant une année inclut les véhicules en propriété durant l'année précédente, moins ceux qui ont été mis au rancart si leur âge a atteint leur durée de vie; ces mises au rancart sont automatiques et ont lieu au début de chaque année. Le nombre de véhicules en propriété durant une année inclut aussi la totalité ou une partie des véhicules que le participant a éventuellement décidé d'acheter au début de l'année, ainsi que ceux qu'il avait éventuellement décidé d'acheter au début de l'année précédente mais dont la livraison a été différée d'un an.

En d'autres mots, la livraison des véhicules commandés au début d'une année s'effectue en une ou deux étapes : ils sont livrés (et payés) immédiatement si leur nombre ne dépasse pas le nombre de véhicules qui, au même moment, sont mis au rancart, ce qui suppose que les contrats d'achat des "vieux" véhicules incluaient une clause de renouvellement avec livraison immédiate au moment de la commande des nouveaux véhicules; par contre, les véhicules

commandés au début d'une année en plus des renouvellements ne sont livrés (et payés) qu'un an plus tard, c'est-à-dire au début de l'année suivante.

En résumé, le nombre de véhicules en propriété durant une année i est égal au nombre de véhicules en propriété durant l'année i-1, moins ceux mis au rancart au début de l'année i, plus la totalité ou une partie de ceux commandés au début de l'année i, plus éventuellement la totalité ou une partie de ceux commandés au début de l'année i-1 mais dont la livraison a été retardée.

Les locations de véhicules durant une année peuvent être de deux types : (1) les locations décidées volontairement par le participant, et (2) les locations qui lui sont éventuellement imposées lorsque les véhicules en propriété et en location volontaire sont insuffisants pour assurer tous les services offerts. En d'autres mots, si un participant offre des services interurbains qui requièrent plus de véhicules que ceux dont il est propriétaire et qu'il loue volontairement, sa compagnie se voit automatiquement forcée de louer davantage de véhicules. Ces locations forcées se font au tarif triple des locations volontaires. Toutes les locations sont pour une année seulement; elles prennent fin automatiquement au début de l'année suivante.

Le nombre de "véhicules nécessaires" est le nombre minimum de véhicules requis pour assurer les services offerts par la compagnie. Il est déterminé en fonction de la charge de travail imposée aux véhicules durant les périodes de pointe (voir section 2.5.2), c'est-à-dire en fonction des heures de services exécutées durant chacune de ces périodes, tout en tenant compte des temps perdus sur le réseau (temps d'arrêt, sortie des garages, etc.) et à l'entretien. Ce nombre N est plus précisément calculé à l'aide de la relation suivante, qui est expliquée dans l'annexe 3 :

$$N = \text{P.P.E.S.E.} \left\{ \frac{\alpha \times 1.10 \times T}{10.5} \right\}$$

où T = total quotidien des heures de services assurées par la compagnie sur le réseau

α = 1.15 pour une compagnie de trains ou d'autobus
1.30 pour une compagnie d'avions conventionnels
1.20 pour une compagnie d'avions ADAC

et où P.P.E.S.E. signifie "le plus petit nombre entier supérieur ou égal à".

3.3.3 Age des véhicules en propriété

Le tableau sous cette rubrique précise l'âge des véhicules dont est propriétaire la compagnie. L'âge maximum est évidemment égal à la durée de vie indiquée dans la rubrique des données technico-économiques de la compagnie.

3.3.4 Statistiques d'exploitation

Ce tableau fournit des statistiques globales sur les opérations de la compagnie et le nombre de passagers transportés. Les données sur les véhicules-heures, véhicules-km, etc. ne portent que sur les services proprement dits : elles n'incluent pas les temps et kilomètres perdus pour les sorties des garages, les arrêts dans les villes, etc.

3.4 DONNÉES FINANCIÈRES

Les données des trois premiers tableaux sous cette rubrique – "Revenus", "Dépenses déductibles" et "Résultats financiers" – fournissent toutes les informations financières relatives aux activités de la compagnie durant la dernière année. Les trois tableaux suivants – "Situation financière", "Bilan financier" et "Statistiques financières" – utilisent certaines de ces données pour mettre à jour les états financiers de la compagnie

et pour calculer différents indicateurs de performance.

Dans ce qui suit, on présente tout d'abord quelques commentaires préliminaires sur différentes notions financières simples utilisées dans JET-SET/2. On précise ensuite la signification du contenu des tableaux.

3.4.1 Commentaires préliminaires

Une marge de crédit bancaire est allouée à chaque compagnie à la fin de chaque année. Cette marge est déterminée en fonction de la valeur de la flotte de véhicules en propriété à ce moment là. Elle constitue un seuil que la dette totale de la compagnie ne devrait théoriquement pas dépasser. Si toutefois la compagnie décide d'emprunter au-delà de cette marge de crédit, la banque l'autorise à réaliser un tel emprunt, mais la part de cet emprunt qui entraîne le dépassement de la marge n'est autorisée qu'à un taux d'intérêt "forcé" qui est supérieur de 5 points au taux d'intérêt normal.

Deux taux d'intérêt étant considérés pour les emprunts, l'un "normal" et l'autre "forcé", la dette totale de la compagnie peut être constituée de deux parties : une dette dont les intérêts sont à payer au taux normal et une dette dont les intérêts sont à payer au taux forcé.

Au début de chaque année, le montant des emprunts qu'effectue une compagnie constitue une rentrée de fonds qui est immédiatement ajoutée à son solde bancaire. La dette totale est évidemment ajustée en conséquence.

Au début de chaque année également, chaque compagnie doit ensuite immédiatement payer ses achats et locations de véhicules. Si son solde bancaire est insuffisant, la compagnie est alors obligée automatiquement de réaliser un nouvel emprunt. Un tel emprunt automatique constitue aussi une rentrée de fonds, mais comme il s'agit d'un emprunt que la compagnie n'avait pas prévu et qu'elle est contrainte de faire pour payer ses factures de début d'année, cet emprunt n'est autorisé qu'au taux d'intérêt forcé même s'il

n'entraîne pas un dépassement de la marge de crédit. La dette au taux forcé est augmentée en conséquence.

Ce n'est qu'une fois ces opérations réalisées en début d'année que le remboursement de dette éventuellement décidé par le participant est réalisé totalement, ou en partie seulement si les fonds disponibles sont insuffisants. Évidemment, si la compagnie a été forcée d'emprunter pour payer ses achats et locations de véhicules, c'est tout le remboursement souhaité qui reste à faire.

Le remboursement total ou partiel qui est possible en début d'année porte d'abord sur la dette au taux d'intérêt forcé, puis sur la dette au taux normal dans la mesure du possible. Le remboursement qui reste alors éventuellement à faire est automatiquement reporté en fin d'année. Si les fonds disponibles à ce moment là permettent d'effectuer ce remboursement, celui-ci porte d'abord aussi sur la dette au taux forcé s'il reste une telle dette, puis le cas échéant sur la dette au taux normal.

Le solde bancaire (dépôt) et la dette sont donc ajustés au début de chaque année en fonction des décisions prises par le participant. C'est relativement à ce nouveau solde bancaire et cette nouvelle dette de début d'année que la banque calcule les intérêts que la compagnie devra payer et recevoir en fin d'année. L'intérêt reçu par la compagnie sur un dépôt bancaire est calculé avec un taux inférieur de 3 points au taux d'intérêt normal sur la dette.

Après toutes les opérations décrites ci-dessus, le programme informatique fait avancer le calendrier de 12 mois. Cette fin d'année enclenche alors le calcul des états financiers incluant tous les revenus et dépenses. Si les revenus dépassent les dépenses, la compagnie peut alors rembourser la totalité ou une partie du remboursement souhaité qui lui restait peut-être à faire; le surplus éventuel est ajouté au solde bancaire. Si les revenus de

la compagnie sont inférieurs à ses dépenses, elle doit alors à nouveau utiliser son solde bancaire; si celui-ci est nul ou insuffisant, la compagnie est automatiquement obligée d'effectuer un emprunt au taux forcé pour équilibrer son budget; dans ce cas, le remboursement qui restait peut-être à faire n'est pas réalisé. Évidemment, la compagnie n'est jamais forcée d'emprunter pour rembourser.

Les commentaires ci-dessous suivent l'ordre des tableaux.

3.4.2 Revenus

Les revenus d'exploitation correspondent à la vente des billets durant l'année, ainsi qu'à la vente éventuelle de services additionnels (repas, boissons, service de bagages, etc.) à bord des véhicules et dans les terminus (voir section 3.7.3).

Les seuls autres revenus éventuels de la compagnie, hors exploitation, sont les "intérêts bancaires reçus"; tel qu'indiqué plus haut, ils sont calculés sur le montant du solde bancaire (dépôt) ajusté en début d'année, avec un taux d'intérêt inférieur de 3 points au taux normal appliqué aux emprunts.

Les emprunts qu'effectue une compagnie constituent évidemment aussi une rentrée de fonds dont elle bénéficie immédiatement, mais il ne s'agit pas à proprement parler d'un revenu annuel au même titre que les revenus provenant des services offerts ou des intérêts bancaires reçus. De la même façon, les subventions que le gouvernement peut accorder à une compagnie constituent une rentrée de fonds de nature "extraordinaire" qui est fonction du soutien que le gouvernement souhaite éventuellement apporter à cette compagnie. Ces éventuels emprunts et subventions gouvernementales sont comptabilisés dans les tableaux "Résultats financiers" et "Situation financière".

3.4.3 Dépenses déductibles

Les commentaires précédents permettent de comprendre plusieurs des items du tableau des dépenses déductibles pour fin d'impôt. Ce qui suit complète ces commentaires.

Les coûts réguliers d'exploitation regroupent la totalité des coûts subis par la compagnie pour l'ensemble de ses opérations annuelles. Ils sont subdivisés en 2 catégories, à savoir les coûts "énergie" d'un part et tous les "autres coûts" d'autre part (équipage, entretien, administration, etc.).

Les coûts des services additionnels correspondent aux coûts encourus par la compagnie pour améliorer le confort et l'efficacité des services offerts aux voyageurs à bord des véhicules et dans les terminus (voir section 3.7.3).

Les achats de véhicules effectués par une compagnie sont des dépenses, mais ces dépenses ne sont jamais immédiatement comptabilisées en totalité dans le budget annuel correspondant. L'amortissement est une procédure fiscale de répartition du coût des achats sur plusieurs années; dans le cadre de JET-SET/2, on suppose un amortissement linéaire sur la durée de vie des véhicules, et cet amortissement est comptabilisé dans les dépenses déductibles conformément aux pratiques des experts en comptabilité.

Le coût des locations est évidemment déductible en totalité pour fin d'impôt. Ces locations sont subdivisées en deux catégories (voir section 3.3.2) : d'une part les locations décidées par le participant, et d'autre part celles qui lui sont automatiquement imposées (au tarif triple d'une location normale) s'il n'a pas prévu un nombre suffisant de véhicules pour assurer les services qu'il a offerts.

Les autres coûts déductibles concernent les études spéciales et campagne de publicité éventuellement commandées par le participant en début d'année (voir section 3.5), ainsi que les intérêts bancaires payés sur la dette.

3.4.4 Résultats financiers

Le tableau sous cette rubrique présente la synthèse financière des deux tableaux qui précèdent en y incluant les subventions gouvernementales et

les impôts. Quand les revenus d'une compagnie dépassent ses dépenses déductibles, c'est à dire quand la compagnie génère effectivement un bénéfice brut, aucune subvention gouvernementale ne lui est octroyée. Dans le cas inverse par contre, c'est à dire quand il y a une perte brute, le gouvernement (i.e. le maître de simulation) peut décider d'accorder une subvention en considérant que c'est son rôle de soutenir des services d'intérêt public, ou pour toute autre raison, mais il peut également décider de ne pas intervenir. Quant aux impôts, ils portent sur la différence entre les revenus imposables (tableau de la section 3.4.2 plus les subventions) et les dépenses déductibles (tableau de la section 3.4.3) si cette différence est positive.

Le bénéfice net qui est présenté en conclusion du tableau représente le gain réel (ou la perte) réalisé par la compagnie au cours de l'année.

3.4.5 Situation financière

Le tableau sous cette rubrique résume toutes les activités passées de la compagnie en mettant à jour sa situation bancaire (solde et dette) ainsi que la valeur de sa flotte de véhicules.

La mise à jour de la dette et du solde bancaires est réalisée en tenant compte de tous les revenus et dépenses qui ont entraîné des mouvements de fonds. L'amortissement est donc rajouté au solde puisqu'il a été comptabilisé comme une dépense dans le calcul du bénéfice mais qu'il n'a en fait entraîné aucun mouvement de fonds.

Les emprunts bancaires et les remboursements de dette ont fait l'objet de commentaires précédents.

Le montant des achats inclut toutes les factures que doit acquitter la compagnie au moment de la livraison des véhicules qu'elle a commandé (voir section 3.3.2) : il s'agit donc des véhicules qu'elle a commandés en début d'année et qui ont été livrés immédiatement parce que ces commandes correspondaient au remplacement de véhicules qui avaient atteint leur limite

d'âge; il s'agit éventuellement aussi des véhicules livrés au début de l'année mais qui avaient été commandés l'année précédente en plus des véhicules à remplacer à ce moment là.

La dette inclut la dette au taux d'intérêt normal et celle au taux forcé; elle est égale au cumul des emprunts non remboursés depuis que la compagnie existe. La marge de crédit a fait l'objet de commentaires précédents.

3.4.6 Bilan financier

Le tableau sous cette rubrique fait le bilan financier complet de la compagnie en y incluant la valeur de ses équipements, qui sont supposés ici se limiter aux véhicules en propriété.

Cette valeur résiduelle de la flotte (i.e. sa valeur de revente) constitue, en plus du solde bancaire, un capital qui devrait être pris en compte pour évaluer la santé financière de la compagnie durant la séance de simulation et à la fin de celle-ci. Cette valeur de la flotte est fonction de l'âge des véhicules en propriété, de leur durée de vie et de leur prix d'achat neuf.

3.4.7 Statistiques financières

Ce tableau exprime, sous la forme d'indicateurs de performance, certains des résultats présentés dans les tableaux précédents.

3.5 ÉTUDES SPÉCIALES

Au début de chaque année, un participant peut décider de confier à des experts de sa compagnie ou à des consultants la réalisation d'une campagne de promotion ou certaines études spéciales. Les résultats d'une campagne de promotion sont, comme dans la réalité, difficilement mesurables; ils sont en fait implicites dans les achalandages observés. C'est par contre de façon explicite, sous forme de tableaux, qu'apparaissent les résultats des études spéciales éventuellement commandées par un participant.

Ces études spéciales sont de 4 types :

3.5.1 Enquête sur les déplacements

Ce tableau précise pour chaque paire de villes le niveau de la demande de transport, c'est-à-dire le nombre total de personnes qui, durant l'année, ont voyagé entre ces deux villes par transport collectif et en automobile.

Le tableau précise également les proportions des voyages d'affaires et des voyages pour d'autres motifs entre chaque paire de villes (voir section 2.5.3).

3.5.2 Structure générale du marché

Ce tableau indique comment l'offre et la demande de transport se sont réparties globalement entre les différentes compagnies présentes et le mode automobile.

3.5.3 Structure détaillée du marché

Ce tableau précise comment la demande de transport relative aux deux catégories de voyageurs (affaires et autres) s'est répartie entre les différentes compagnies présentes et le mode automobile, cela pour chaque paire de villes.

3.5.4 Revue détaillée des activités de la compagnie

Ce tableau résume en détail toutes les opérations et les achalandages de la compagnie qui a commandé une telle étude, cela pour chaque paire de villes où elle a offert des services durant l'année.

3.6 INDICATEURS ÉCONOMIQUES POUR L'ANNÉE QUI VIENT

Dans la rubrique 3.7, les participants sont amenés à prendre diverses décisions pour l'année qui vient. Avant de prendre ces décisions, il est normal que leurs compagnies collectent certaines informations auprès des organismes de financement et auprès du gouvernement. Ces informations les

renseignent sur le taux d'intérêt normal qui sera appliqué aux emprunts durant l'année qui va commencer, de même que sur le taux d'intérêt qui sera appliqué aux dépôts bancaires et sur le taux d'impôt.

3.7 DÉCISIONS À PRENDRE POUR L'ANNÉE QUI VIENT

Après avoir pris connaissance des résultats de la dernière année et des indicateurs économiques pour l'année qui vient, chaque participant doit prendre un certain nombre de décisions en complétant le formulaire qui se trouve à la fin de son rapport annuel. Il transmet alors ce formulaire au maître de simulation, ou bien il introduit lui-même ses instructions au clavier du micro-ordinateur.

Le formulaire à remplir contient diverses rubriques qui sont commentées ci-dessous.

3.7.1 Choix des services

Dans le cas d'une séance de simulation non réglementée (voir section 2.4), les participants peuvent entrer et sortir librement des marchés, et il n'y a aucune contrainte sur les tarifs et les fréquences de service.

Dans le cas d'une séance de simulation réglementée au contraire, une compagnie qui au départ ne dessert pas une paire de villes ne peut jamais décider de la desservir, et inversément une compagnie qui au départ dessert une paire de villes ne peut jamais décider d'annuler complètement ses services sur cette paire de villes : la fréquence de service doit rester au minimum égale à 1 (dans chaque direction). De plus, dans le cas d'une simulation réglementée, les tarifs et les fréquences doivent respecter la réglementation sur les hausses et diminutions maximales permises. Ces contraintes sont signalées aux participants, juste avant le tableau à

remplir sur les tarifs et fréquences; s'ils ne respectent pas ces contraintes, il y aura ajustement automatique de leurs décisions durant la simulation.

a) Variation des tarifs

Les hausses et diminutions maximales permises des tarifs sont exprimées en pourcentages. Par exemple, si l'un des tarifs existant durant une année est de 4.20 $, une hausse (diminution) maximale permise de 50% détermine une borne supérieure (inférieure) de 6.30 $ (2.10 $) pour le tarif de l'année suivante.

Si l'un des tarifs existant est inférieur à 1$ (ce qui est peu probable mais possible), la borne supérieure correspondante est calculée comme si ce tarif était en fait égal à 1 $; ainsi, pour une hausse permise de 50% par exemple, tout tarif inférieur à 1 $ détermine une borne supérieure égale à 1.50 $, même si ce tarif est égal à zéro.

b) Variation des fréquences

Les hausses et diminutions maximales permises des fréquences sont également exprimées en pourcentages. Comme les seules valeurs possibles pour les fréquences sont nécessairement des nombres entiers, les bornes supérieures et inférieures obtenues en appliquant les pourcentages de variation permis sont arrondies au plus petit nombre entier supérieur ou égal à la valeur obtenue. Par exemple, si la fréquence existant durant une année est de 5, une hausse (diminution) maximale permise de 50% détermine pour l'année suivante une borne supérieure (inférieure) de 8 (3) car on arrondit 7.5 (2.5) à l'entier supérieur ou égal.

Rappelons toutefois que dans une situation réglementée, indépendamment des hausses et diminutions maximales permises, la fréquence minimale qu'une

compagnie doit maintenir entre deux villes qu'elle dessert déjà est de 1 départ par jour (dans chaque direction). De plus, un saut de 1 unité est toujours permis, sauf si la variation permise est de 0% ou s'il s'agit d'un saut de 1 à 0 (fréquence minimale=1).

Rappelons aussi que les fréquences offertes doivent tenir compte de la flotte de véhicules. Si les véhicules sont en nombre insuffisant, il y aura location forcée de véhicules à un tarif triple de celui d'une location normale.

3.7.2 Décisions sur la flotte de véhicules

Tel qu'indiqué précédemment, les véhicules que la compagnie décide d'acheter seront livrés immédiatement s'ils sont destinés à remplacer des véhicules qui vont être automatiquement mis au rancart pour raison d'âge; en d'autres mots, on suppose que les anciens contrats d'achat incluaient une clause de renouvellement sans délai de livraison. Les véhicules qu'une compagnie décide d'acheter en plus du stock à renouveler seront livrés (et payés) un an plus tard.

Rappelons aussi que les locations de véhicules sont pour un an seulement.

3.7.3 Décisions sur le niveau des services additionnels offerts aux voyageurs

Pour améliorer le confort des voyageurs et la qualité de leurs déplacements, et donc ausi pour attirer davantage de clients, une compagnie de transport offre en général des services additionnels qui sont parfois gratuits mais bien souvent payants en totalité ou en partie. Il s'agit par exemple de la fourniture de repas et boissons ou d'écouteurs de musique à bord des véhicules, de services d'assurance et de manutention des bagages dans les terminus, etc.

Chaque participant a le choix entre trois niveaux de "services additionnels". Le niveau 1 correspond à un "service normal" qui est gratuit et

qui n'entraîne aucun coût additionnel pour la compagnie, ni aucun effet d'attractivité particulier sur la clientèle. Les niveaux 2 et 3 au contraire, qui correspondent respectivement à un "service amélioré" et à un "service extra", impliquent des coûts additionnels, mais ils ne sont pas gratuits et donc génèrent en retour des revenus additionnels. De plus, ils augmentent partiellement l'attrait de la compagnie sur les clients potentiels, tout comme le ferait une baisse de tarifs ou une augmentation des fréquences des services.

Les coûts et revenus additionnels du "service extra" (niveau 3), de même que ses effets d'attractivité sur les voyageurs, sont plus grands que dans le cas du "service amélioré" (niveau 2). Les coûts additionnels sont fonction des heures de service effectuées par la compagnie, avec des coûts unitaires qui sont indiqués dans le formulaire à remplir. Les revenus additionnels sont fonction du nombre de passagers transportés et de la durée de leurs voyages; en gros, on suppose qu'ils sont proportionnels aux revenus issus de la vente de billets. Les effets d'attractivité sont pris en compte dans la simulation des choix des voyageurs.

3.7.4 Décisions sur les projets spéciaux

Chaque compagnie peut décider d'entreprendre une campagne de publicité dont l'effet est également une certaine amélioration de l'attrait qu'exerce la compagnie auprès du public. Le coût d'une telle campagne peut être estimé égal à 1.5% des revenus d'exploitation que va obtenir la compagnie. Son effet d'attractivité est pris en compte dans la simulation des choix des voyageurs.

Les études spéciales que chaque compagnie peut également entreprendre sur les déplacements des voyageurs, sur la structure générale du marché, sur la structure détaillée du marché et sur le détail de ses propres opérations

(voir section 3.5) ont des coûts qui peuvent être respectivement estimés égaux à 1.2%, 0.5%, 1.0%, 0.1% des revenus d'exploitation.

3.7.5 Décisions sur les activités bancaires

Rappelons que la partie d'un emprunt qui entraîne un dépassement de la marge de crédit n'est consentie qu'à un taux d'intérêt forcé (supérieur de 5 points au taux normal).

Un emprunt au taux forcé sera également imposé en début d'année à toute compagnie dont le solde bancaire et les emprunts volontaires sont insuffisants pour acquitter les factures d'achat et de location (volontaire et forcée). En fin d'année aussi, un emprunt au taux forcé peut être imposé à une compagnie afin qu'elle soit capable de payer toutes ses dépenses.

Un remboursement de dette ne peut évidemment pas dépasser le montant de cette dette. Par ailleurs, il se peut qu'une partie ou la totalité du remboursement souhaité soit annulée si durant l'année qui vient les fonds nécessaires ne sont pas disponibles ou sont insuffisants (voir section 3.4.1).

4. RAPPORT ANNUEL TRANSMIS AU MAÎTRE DE SIMULATION

Chaque rapport destiné au maître de simulation contient la plupart des informations incluses dans les rapports fournis aux différents participants, avec quelques modifications et ajouts mineurs. Il contient également une liste de décisions à prendre pour l'année qui vient et pour l'année subséquente à l'année qui vient, ainsi qu'une synthèse récapitulant les résultats des années antérieures si le maître de simulation a demandé la production d'une telle synthèse.

Le rapport du maître débute toujours par un ou deux des trois graphiques présentés en tête des rapports transmis aux différents participants.

Dans les situations de jeu no 1 et no 2, de même que dans la situation no 3 réglementée, deux graphiques apparaissent toujours : celui intitulé "Infrastructure routière et ferroviaire" d'une part, et celui intitulé "Réseau complet des services" d'autre part. Dans la situation no 3 déréglementée, seul le graphique "Infrastructure routière et ferroviaire" apparaît. Les autres graphiques présents dans les rapports des participants n'apparaissent pas car en général ils diffèrent d'un participant à l'autre. On a préféré les exclure plutôt que de surcharger le rapport du maître.

Par ailleurs, dans le cas de la situation no 3, les seules informations qui apparaissent concernant les compagnies présentes sans participants (compagnies "fixes") sont celles décrivant les services qu'elles offrent. Les autres informations (sur les achalandages, les revenus, les parts de marché, etc.) sont exclues du rapport du maître car ces informations varient du rapport d'un participant à celui d'un autre participant. Bref, dans la situation 3, on a affaire à plusieurs "simulations parallèles" : le rapport du maître n'inclut que les informations qui leur sont communes. Les autres données doivent être consultées dans les rapports des différents participants.

Les commentaires ci-dessous suivent l'ordre des différentes rubriques apparaissant dans le rapport du maître.

4.1 DONNÉES GÉNÉRALES

Cette rubrique est identique à la rubrique correspondante des rapports transmis aux participants (voir section 3.1), avec les modifications et ajouts mineurs suivants.

Le tableau "Identification des compagnies" identifie les noms des participants en charge des compagnies; pour les compagnies "fixes", c'est-à-dire celles éventuellement présentes dans la simulation mais sans participants pour les gérer, des astérisques (****) apparaissent à la place du nom des participants.

Le tableau décrivant les "Services directs offerts par les compagnies et les données correspondantes pour l'automobile" est identique à celui présenté dans le rapport de chaque participant. Toutefois, dans le cas de la situation de jeu no 3, chaque page de ce tableau est divisée en deux parties. La première décrit les services des compagnies gérées par les participants dans les "simulations parallèles", et la seconde décrit ceux des autres compagnies, c'est-à-dire de celles qui sont "fixes" dans chacune de ces "simulations parallèles".

Le tableau des "Indicateurs économiques" précise les taux des subventions gouvernementales qui éventuellement ont été offertes aux compagnies durant l'année. La section 4.5.2 indique comment ces taux sont utilisés pour calculer les subventions en question. Dans la situation de jeu no 3, les seuls taux de subvention présentés sont ceux des compagnies gérées par des participants (en fait, la plupart des informations concernant les autres compagnies, i.e. celles qui sont "fixes", ne sont pas présentées dans le rapport du maître puisqu'elles varient d'une "simulation parallèle" à l'autre).

4.2 DONNÉES FINANCIÈRES

Cette rubrique regroupe diverses données présentées dans les rubriques correspondantes des différents rapports transmis aux participants (voir section 3.4).

4.3 STRUCTURE DÉTAILLÉE DU MARCHÉ ET DES OPÉRATIONS (Situations 1 et 2) REVUE DÉTAILLÉE DES ACTIVITÉS DE LA COMPAGNIE DES PARTICIPANTS (Situation 3)

Dans les situations de jeu 1 et 2, cette rubrique contient les mêmes données que deux des rubriques "Études spéciales" dans les rapports des différents participants (voir sections 3.5.1 et 3.5.4), que ceux-ci aient ou non commandé de telles études. Dans la situation 3, une seule des deux rubriques en question est conservée et les données présentées ne portent que sur la compagnie des participants.

4.4 INDICATEURS ÉCONOMIQUES POUR L'ANNÉE QUI VIENT

Cette rubrique est identique à celle des rapports transmis aux participants (voir section 3.6).

4.5 DÉCISIONS A PRENDRE POUR L'ANNÉE QUI VIENT

Cette section du rapport contient un formulaire dressant la liste des décisions que le maître de simulation doit prendre et qui seront en vigueur durant l'année qui va commencer.

4.5.1 Décisions sur la démographie

Le taux de croissance démographique à choisir pour chaque ville devrait être raisonnable pour éviter toute situation aberrante. Ce taux peut être négatif.

4.5.2 Décisions sur les subventions gouvernementales

C'est sous cette rubrique que le maître de simulation peut décider de subventionner certaines compagnies en difficulté. Le taux de subvention

qu'il choisit pour chaque compagnie déterminera le montant de la subvention nécessaire pour combler une partie ou la totalité (ou même davantage) des pertes financières qu'elle subira éventuellement. En d'autres mots, ce taux de subvention sera appliqué à la différence entre le total des revenus de cette compagnie au cours de l'année qui vient et le total de ses dépenses déductibles si cette différence est négative; il n'y aura donc subvention que si la compagnie est effectivement en difficulté : un taux de subvention inférieur (ou égal) à 100% couvrira en partie (ou totalement) la perte financière; un taux supérieur à 100% fera plus que combler la perte financière. Par contre, si les revenus sont supérieurs aux dépenses déductibles, la subvention sera nulle quel que soit le taux de subvention choisi par le maître de simulation. Remarquons par ailleurs que s'il y a effectivement subvention, celle-ci est considérée comme un revenu imposable.

4.5.3 Décisions sur les prix de l'énergie

Le taux de variation à choisir en ce qui concerne les prix de l'énergie va déterminer la variation des coûts d'opération unitaires relatifs à la consommation d'énergie pour chaque compagnie (et pour le mode automobile) entre la dernière année et celle qui va commencer. Ce taux peut être négatif.

4.6 DÉCISIONS A PRENDRE POUR L'ANNÉE SUBSÉQUENTE À L'ANNÉE QUI VIENT

Cette section du rapport contient un formulaire dressant la liste des décisions que le maître de simulation doit prendre et qui seront en vigueur durant l'année suivant celle qui va commencer. Ces décisions seront communiquées aux participants dans les rapports qu'ils recevront à la fin de l'année qui va commencer.

En d'autres mots, les décisions prises sous cette rubrique au début d'une année i seront communiquées aux participants à la fin de l'année i et elles seront en vigueur durant l'année i+1.

4.6.1 Décisions sur la réglementation des transports

C'est sous cette rubrique que, dans le cas d'une séance de simulation réglementée, le maître de simulation peut imposer des limites sur les variations permises des tarifs et des fréquences de service. Ces contraintes devront être respectées par les variations des tarifs et fréquences entre l'année qui va commencer et l'année suivante.

4.6.2 Décisions sur les indicateurs économiques

C'est sous cette rubrique que le maître de simulation choisit les taux d'intérêt et d'imposition qui seront en vigueur durant l'année suivant celle qui va commencer. Le taux d'intérêt qu'il choisit ici est le taux qui sera appliqué aux soldes bancaires (dépôts) des compagnies, c'est à dire celui qui servira à calculer les intérêts que la banque versera éventuellement aux compagnies. Le taux d'intérêt normal appliqué aux emprunts (dettes) des compagnies sera toujours ajusté automatiquement de façon à être égal au taux choisi plus trois points. Le taux d'intérêt appliqué aux emprunts forcés sera égal au taux d'intérêt normal plus cinq points.

4.7 SYNTHÈSE

Cette section du rapport, quand le maître de simulation en a fait la demande, récapitule l'évolution des activités des différentes compagnies au cours des dernières années simulées (le recul dans le temps couvre 7 années au maximum).

Les deux premiers tableaux – "Évolution des opérations" et "Évolution financière" – reprennent simplement certaines des données déjà présentées dans les rapports des années antérieures. Lorsque, pour certaines données, des taux de variation sont précisés, ces taux mesurent la variation des données en question d'une année à l'autre.

Le troisième tableau – "Évolution des services aux voyageurs" – présente, pour chaque année, le coût et le temps de l'itinéraire le plus rapide d'une part et de l'itinéraire le moins coûteux d'autre part, cela pour chaque paire de villes desservie par les compagnies. (Dans la situation 3, le rapport synthèse inclut un tel tableau pour chacun des participants, i.e. pour chacune des "simulations parallèles" dans lesquelles ils évoluent). Ces données ne portent que sur les itinéraires de transport collectif (c'est-à-dire excluant les voyages en automobile), et elles incluent les coûts et temps d'accès/sortie ainsi que les coûts de transfert et les temps d'attente dans les villes intermédiaires s'il y a lieu (voir annexe 1). Si, pour certaines paires de villes, des astérisques (****) apparaissent à la place des coûts et des temps, cela signifie que tous les voyageurs ont voyagé en automobile, soit parce qu'il n'existait aucun itinéraire de transport collectif, soit parce que les itinéraires de transport collectif existants ont été jugés vraiment inintéressants par les voyageurs.

ANNEXE 1

Temps et coûts supplémentaires encourus par les passagers du train, de l'autobus et de l'avion en plus des temps et tarifs de voyage proprement dits

Quels que soient les modes de transport collectif utilisés, la simulation des choix et des comportements des voyageurs tient compte du fait qu'ils subissent tous des temps et des coûts d'entrée et de sortie du réseau, c'est-à-dire un temps et un coût de déplacement entre le lieu d'origine et le terminus de départ, ainsi qu'entre le terminus d'arrivée et le lieu de destination. Ces temps et ces coûts d'accès d'une part, de même que les temps et les coûts de sortie d'autre part, sont supposés respectivement égaux à:

- 15 minutes et 7 $ (en dollars 1990) pour un terminus de trains ou d'autobus;
- 30 minutes et 15 $ pour un terminus d'avions standards;
- 20 minutes et 10 $ pour un terminus d'avions ADAC.

Par ailleurs, pour les itinéraires impliquant des passages (arrêts) dans des villes intermédiaires, avec ou sans changement de compagnies, la simulation tient compte des temps d'attente d'un service à l'autre, ainsi que des coûts de transfert s'il y a des changements de terminus. Ces coûts de transfert sont supposés égaux à :

- 5 $ (en dollars 1990) entre un terminus ferroviaire et un terminus d'autobus;
- 18 $ entre un terminus ferroviaire ou d'autobus et un terminus d'avions conventionnels;

- 10 $ entre un terminus ferroviaire ou d'autobus et un terminus d'avions ADAC;
- 10 $ entre un terminus d'avions conventionnels et un terminus d'avions ADAC.

Quant aux temps d'attente moyens d'un service à un autre, ils sont estimés en fonction des fréquences quotidiennes des deux services. Ces temps peuvent donc être très longs (de plusieurs heures) si les fréquences en question sont petites.

ANNEXE 2

Coûts de l'automobile

Les coûts de l'automobile sont basés sur des valeurs unitaires, en dollars 1990, égales à 4.30 $/heure pour le carburant (5.58 cents/km avec une vitesse moyenne supposée égale à 77 km/heure) et 30.00 $/heure (38.96 cents/km) pour les autres coûts (assurance, entretien, dépréciation, pneus, etc.), soit un total de 34.30 $/heure (44.54 cents/km). Ces coûts peuvent être modifiés par le maître au début de chaque séance de simulation. De plus, le coût du carburant peut varier chaque année en fonction des décisions du maître relativement aux prix de l'énergie.

Bien sûr, en comparant les coûts de l'automobile par rapport aux prix des billets d'autobus, de train ou d'avion, la plupart des gens ne prennent principalement en compte que les coûts du carburant, mais plusieurs personnes plus réalistes tiennent compte aussi des autres coûts mentionnés plus haut, ou tout au moins d'une partie de ceux-ci. Dans la simulation des choix faits par les voyageurs, on suppose que c'est 10% de ces autres coûts qui sont pris en compte en plus du coût du carburant. En d'autres mots, si le maître de simulation ne modifie pas les coûts unitaires présentés ci-dessus ni les prix de l'énergie, la simulation fait l'hypothèse d'un coût "subjectif" de l'automobile égal à 4.30 $/heure + 3.00 $/heure, soit 7.30 $/heure (9.48 cents/km).

ANNEXE 3

Calcul du nombre de véhicules nécessaires

Le nombre minimum de véhicules nécessaires pour assurer les services offerts par une compagnie est le nombre de véhicules requis pour être capable d'assurer les services offerts durant chacune des périodes de pointe quotidiennes, c'est-à-dire pour être capable d'assurer 1/3 des heures de service quotidiennes durant 3h30 (voir la section 2.5.2). Pour assurer ces services de pointe, la compagnie doit tenir compte du fait que :

- en plus des temps de voyage proprement dits entre les différentes paires de villes desservies, les véhicules subissent des temps d'arrêt dans les villes, des temps de sortie des garages, des temps de déplacement à vide pour, par exemple, se rendre d'un service à un autre, etc., bref toute une série de "temps perdus" qu'il faut ajouter aux temps de voyage proprement dits;
- il faut prévoir en même temps des véhicules additionnels de façon à permettre les entretiens périodiques et réguliers, car il n'est pas toujours possible d'effectuer tous ces entretiens en dehors des périodes de pointe.

Le total quotidien T des heures de service exécutées par une compagnie sur son réseau est simplement calculé par la relation suivante :

$$T = 2 \times \left\{ \sum_{i=1}^{7} \sum_{j=i+1}^{7} t_{ij} \times f_{ij} \right\}$$

où t_{ij} = temps de voyage d'un véhicule de la ville i à la ville j (en heures);

f_{ij} = fréquence quotidienne du service de i à j.

Le facteur 2 apparaît dans cette relation pour tenir compte des déplacements dans les deux directions.

Si β représente le pourcentage de temps à ajouter aux temps de voyage pour tenir compte des "temps perdus", le nombre total TP des heures de présence des véhicules sur le réseau pendant une période de pointe est :

$$TP = \frac{1}{3}\left(T + \frac{\beta}{100} T\right) = \alpha \times T/3 \text{ avec } \alpha = 1 + \beta/100$$

Si on fait l'hypothèse que les heures consacrées à l'entretien de véhicules pendant une période de pointe correspondent à 10% des heures de présence des véhicules en service sur le réseau durant la même période, le nombre total TU d'heures d'utilisation des véhicules dans une période de pointe (véhicules sur le réseau et véhicules à l'entretien) est :

$$TU = TP + 0.10\ TP = \frac{\alpha \times 1.10 \times T}{3}$$

Dans une période de pointe, un véhicule en service est normalement utilisé à temps plein, c'est-à-dire pendant les 3.5 heures que dure cette période. Par ailleurs, on peut supposer qu'en moyenne l'entretien d'un véhicule dure au moins 3.5 heures, et donc que chaque véhicule à l'entretien pendant une période de pointe est lui aussi occupé à temps plein, soit 3.5 heures. Le nombre total de véhicules qui sont nécessairement "occupés" durant une période de pointe, c'est-à-dire le nombre minimum de véhicules nécessaires à la compagnie, est donc fourni par la relation suivante :

$$N = \text{P.P.E.S.E.} \left\{ \frac{TU}{3.5} \right\} = \text{P.P.E.S.E.} \left\{ \frac{\alpha \times 1.10 \times T}{10.5} \right\}$$

où P.P.E.S.E. signifie "le plus petit nombre entier supérieur ou égal à"

T = total quotidien des heures de service

$\alpha = 1 + \beta/100$

Dans les calculs, on fait l'hypothèse que

- pour une compagnie de trains ou d'autobus, β=15%, donc α=1.15
- pour une compagnie d'avions conventionnels, β=30%, donc α=1.30
- pour une compagnie d'avions ADAC, β=20%, donc α=1.20